

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020011529 A
(43)Date of publication of application: 09.02.2002

(21)Application number: 1020000044852
(22)Date of filing: 02.08.2000

(71)Applicant: CURITEL COMMUNICATIONS, INC
(72)Inventor: JUNG, JAE WON
KIM, HAE GWANG
OH, DAE IL
SIM, DONG GYU

(51)Int. Cl G06T 7/40

(54) APPARATUS AND METHOD FOR EXTRACTING IMAGE FEATURE USING FREQUENCY PLANE DIVISION FEATURE VALUE AND ZERNIKE TRANSFORMATION AND APPARATUS AND METHOD FOR SEARCHING IMAGE USING THE SAME

(57) Abstract:

PURPOSE: An apparatus and a method for extracting image feature and an apparatus and method for searching image are provided to extract image feature irrelevant to movement, scale and rotation of an image, and search images fast.

CONSTITUTION: Image feature is extracted by extracting a zenike feature value from an input image(S1), extracting a frequency plane division feature value from the image(S2), and extracting n-th order statistical feature value from the image(S3). The zenike feature value is extracted by performing DFT(discrete Fourier transformation) on the input image, normalizing the DFT value, and obtaining a zenike moment absolute value. The frequency plane division feature value is extracted by Gabor filters, Radon transformation or wavelet transformation. The n-th order statistical feature value is a first order moment such as a mean, an L1 norm and a variance of energy, or a second order moment such as energy.

COPYRIGHT KIPO 2002

Legal Status

Date of final disposal of an application (00000000)

Patent registration number ()

Date of registration (00000000)

Number of opposition against the grant of a patent ()

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

Number of trial against decision to refuse ()

Date of requesting trial against decision to refuse ()

Date of extinction of right ()

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7
G06T 7/40

(11) 공개번호 특2002-0011529
(43) 공개일자 2002년02월09일

(21) 출원번호 10-2000-0044852
(22) 출원일자 2000년08월02일

(71) 출원인 주식회사 현대큐리텔
송문섭
경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1

(72) 발명자 심동규
인천광역시부평구부개3동삼부아파트102동2104호
김해광
서울특별시광진구군자동467-14
정재원
서울특별시강서구가양2동우성아파트104-408
오대일
경기도안양시동안구평촌동초원아파트207-606

(74) 대리인 김학제
문혜정

심사청구 : 없음

(54) 주파수 평면 분할 특징값과 저니크 변환을 이용한 영상의특징추출 방법/장치 및 그를 이용한 영상 검색 방법 및 장치

요약

본 발명은 영상의 특징 추출 및 영상 검색에 관한 것으로, 특히 주파수 평면 분할 특징값과 저니크 모멘트를 사용하여 특징을 추출 및 검색하는 방법과 장치에 관한 것으로, 본 발명에 의하면 인간의 시각적 인식 능력과 같은 이동, 스케일, 및 회전에 관계 없이 영상 특징(특히, 텍스처 특징)을 신속하고 정확하게 추출 및 검색할 수 있다.

대표도
도 1

색인어
영상 검색, 텍스처(texture), 가버(Gabor), 라돈(Radon), 필터링(filtering), DFT, 저니크 모멘트(Zernike moments), 특징추출, 거리(distance)

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 필터 뱅크에 의한 텍스처 특징 추출의 예시도,

도 2는 본 발명에 의한 주파수 평면 분할 특징값과 저니크 변환을 이용한 영상의 특징추출 방법의 흐름도,

도 3은 가버 필터링을 이용하는 본 발명의 주파수 평면 분할과 저니크 특징을 이용한 영상 검색 방법의 상세 흐름도,

도 4는 본 발명의 주파수 평면 분할과 저니크 특징을 이용한 영상 검색 장치의 블록도,

도 5는 본 발명에 의한 영상 검색 방법의 흐름도,

도 6a-d는 이동에 의한 에너지 평면 특징의 도면,

도 7a-d는 스케일 변화에 의한 에너지 평면 특징 변환 과정을 설명한 도면,

도 8은 에너지 평면과 컷-오프(cut-off) 주파수도,

도 9는 에너지 평면 정규화도,

도 10은 가버(Gabor) 필터 주파수 평면 분할도,

도 11은 라돈(Radon) 변환에 의한 주파수 평면 분할도,

도 12는 본 발명에 의한 영상 검색 장치의 블록도,

도 13은 도 4의 영상 특징 추출 장치중 저니크 특징값 추출부의 상세 블록도이다.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

10: 저니크 특징값 추출부

20: 주파수 평면 분할 특징값 추출부

30: 통계적 특징값 추출부

1210: 질의영상의 특징 추출부 1210': 특징 추출부

1220: 데이터베이스 구축부 1230: 영상간 거리 계산부

1240: 거리 계산 결과 출력부 1250: 멀티미디어 데이터베이스

1310: DFT부 1320: 정규화부

1330: 저니크 모멘트 절대값 산출부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 영상의 특징 추출 및 영상 검색에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 주파수 평면 분할 특징값과 저니크 모멘트를 이용하여 이동, 스케일 및 회전에 대해 불변인 텍스처 특징값을 추출하고, 이를 이용함으로써 신속하고 효과적으로 텍스처 영상을 검색하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

현재, 표현 미디어와 전달 미디어 및 이들의 운용 시스템의 성능은 물론 저장 미디어 및 전달 미디어를 위한 데이터 압축 기술의 지속적인 발전으로, 소용량 단일 미디어로 이루어진 모노미디어 보다 복수의 모노미디어로 구성된 대용량 멀티미디어 데이터의 이용이 일반화되고 있다. 따라서, 자료의 검색도 종래의 문자에 기초한 문자기반검색(language-based search)과 더불어 문자 뿐만 아니라 정지영상, 음성, 동영상, 음악 등으로 구성된 멀티미디어 데이터 검색의 필요성이 크게 대두되었으며, 이러한 멀티미디어 데이터 검색은 향후 중요한 과학기술 분야로 발전해 나갈 것이다. 따라서, 인터넷이나 방송과 같은 멀티미디어 매체의 엄청난 정보의 바다에서 사용자가 원하는 멀티미디어 데이터를 용이하게 검색할 수 있는 효과적인 멀티미디어 데이터 검색 방법 및 장치의 개발이 활발하게 진행되고 있다.

문자 데이터의 경우 문서 내의 몇 개의 주요 단어 또는 표현을 색인하여 검색할 수 있지만, 멀티미디어 데이터의 경우에는 데이터 자체의 크기가 크고 영상, 음향, 문자 등 다양한 형태의 정보가 혼합되어 있기 때문에, 멀티미디어 데이터 자체를 이용하여 원하는 멀티미디어 데이터를 검색하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 멀티미디어 데이터의 검색을 위해서는 멀티미디어 데이터 베이스를 구축할 때 사전에 전처리 과정을 거쳐서 각각의 멀티미디어 데이터를 표현할 수 있는 특징을 추출하고 추출된 특징들을 서로 비교함으로써 검색을 수행해야만 한다.

효과적인 멀티미디어 데이터 검색을 위해서는 각각의 멀티미디어 데이터의 특징을 표현하는 기술자(descriptor)의 크기의 소량화, 전처리 과정의 단순화 및 실시간화, 특징을 표현하는 정보속성의 유효성 및 검색의 유연성이 요구된다. 영상 특징의 기술자로 어떠한 파라미터를 사용하는가가 검색의 효율성을 크게 좌우하는데, 영상의 경우에는 영상의 색상(color), 모양(shape), 텍스처(texture), 움직임(motion) 등의 특징을 추출하고 거리를 계산하여 검색하게 된다. 예를 들어 색상(color)을 표현하는 기술자로 컬러 히스토그램이 많이 사용되고 있으며, 모양(shape)의 경우에는 경계를 방향코드로 표현하여 검색하거나 여러 가지 변화 등을 사용하여 모양의 약간의 변형이나 이동, 회전, 스케일에 관계없이 표현하고 검색하는 것이 가능하다. 움직임(motion)의 경우에는 동영상에서 움직임의 히스토그램과 같은 방법으로 유사한 영상 샘플 시퀀스를 검색해낼 수 있다.

텍스처(texture)의 검색은 사람이 다른 나무의 무늬를 보고 같은 나무 무늬로 생각하는 것과 같이 비슷한 질감을 갖는 영상을 찾아내는 것이다. 이론적으로 모든 영상은 텍스처로 구성되어 있다고 볼 수 있기 때문에, 영상 검색에서 텍스처의 검색은 매우 중요하다. 이러한 텍스처는 구조적 텍스처와 통계적 텍스처로 나눌 수 있으며 구조적 텍스처는 기본 형태가 반복되는 모양을 나타낸다. 예를들 규칙적으로 쌓여져 있는 벽돌과 같은 영상이다. 그리고 통계적 텍스처는 어떤 반복적 특성은 아니지만 소위 질감이 비슷한 것을 말한다. 이러한 두가지 분류 이외에 텍스처를 세가지 형태로 분류하기도 하는데, 하모닉(harmonic) 요소를 가진 텍스처, 방향성을 가진 텍스처(strong evanescent), 그리고 통계적으로 결정되지 않은(indeterministic) 성질을 가진 텍스처로 구분하기도 한다. 이러한 텍스처를 인간이 인식하는 특성을 인지과학에서는 세가지 특징, 즉, 주기성(Periodicity), 방향성(directionality) 그리고 복잡성(randomness)이라고 한다. 여기서 주기성이란 텍스처의 어떤 기본 형태가 반복되는 것을 말하며, 방향성이란 텍스처가 어떤 방향을 가지고 있는지를 말한다. 그리고 복잡성이란 통계적으로 결정되지 않은 잡음과 같은 특성을 크게 갖는 텍스처를 표현하는 성질이다. 이러한 특징을 효과적으로 추출할 수 있다면 텍스처를 정확하게 검색할 수 있을 것이다.

기존의 텍스처 검색기법으로는 주로 영상의 통계적 특성을 이용하는 방법이 이용되어 왔다. 예를 들어, 하나의 화소의 밝기값은 주변값에 의하여 결정된다는 MRF (Markov Random Field)나 주변 화소들 사이의 관계를 이용하는 cooccurrence 행렬 등이 많이 이용되어 왔다. 그러나 이러한 방법들은 수학적으로는 효과적이나 실제적으로는 계산량이 과다하다는 단점을 가지고 있다. 특히, MRF의 경우 MRF로 모델링한 후 통계 파라미터를 구하기 위하여 통계적 반복기법을 사용하게 되는데, 이러한 방법은 최적 해를 구하는 것 자체가 보장되지 않으며 많은 계산량을 필요로 하는 문제점을 갖는다. 한편, Cooccurrence 행렬에 의한 방법은 여러 방향 및 각 거리에 대한 변화량을 계산하는 것으로 대단히 많은 메모리를 필요로 하는 단점을 갖는다.

최근에는 도 1에서와 같이 필터뱅크에 의해 주파수 영역을 분할하여 통계적 특성을 추출하는 방법이 많이 이용되기 시작하고 있다. 여기서 필터로는 가버(Gabor) 필터 또는 웨이블릿(Wavelet) 필터 등이 사용된다. 가버(Gabor) 필터는 주파수 영역을 가장 효과적으로 분할할 수 있어 많이 이용되고 있으며, 웨이블릿(Wavelet) 필터는 주파수 영역을 인간의 시각적 특성이 고려된 형태로 분할할 수 있어 많이 이용되고 있다. 그러나 이러한 방법들은 모두 계산량이 많아 영상 처리에 많은 시간을 필요로 하므로, 대용량 멀티미디어 데이터 검색에는 적합하지 않다. 구체적으로, 멀티미디어 데이터베이스를 구축하는데 너무 많은 시간과 비용이 소요될 뿐만 아니라, 사용자에게 의한 검색도 신속하게 이루어질 수 없기 때문에 효과적인 멀티미디어 검색 수단이 될 수 없다. 또한 이러한 특징값은 특징값 자체가 회전이나 스케일 변화에 불변인 특징값이 아니어서 변환된 텍스처를 검색하기 위하여 특징값을 회전시켜가며 특징을 비교해야 하는 한계를 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 하나의 목적은 상술한 종래 기술의 문제점을 극복하는 것으로, 영상의 이동, 스케일, 및 회전에 무관한 특징을 추출할 수 있는 영상의 특징 추출 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 영상의 이동, 스케일, 및 회전에 무관한 특징을 추출하여 보다 인간의 시각적 특성과 유사한 텍스처 영상 검색을 가능하게 하는 영상 검색 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 기존의 텍스처 영상 검색 기법에 비하여 비교적 적은 계산량으로 영상의 특징을 추출함으로써 보다 빠른 텍스처 영상 검색을 가능하게 하는 영상 검색 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 주파수 평면 분할 특징값을 함께 이용함으로써 같은 방향과 같은 스케일의 영상을 더욱 정확히 표현할 수 있어, 사용자가 원하는 각도나 스케일의 텍스처를 검색할 수 있도록 하는 영상 검색 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 양상은

입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 단계;

영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 단계; 및

영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 영상의 특징추출 방법이다.

상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 양상은

질의영상의 데이터를 입력받아 입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하고; 영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출한 후; 영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하여 구한 특징값을 영상기술자(descriptor)로 이용하여 영상 특징을 추출하는 질의영상의 특징추출 단계;

상기 질의영상 특징 추출단계와 동일한 과정에 의해 영상 데이터 베이스내의 각 영상 데이터들의 특징을 추출하는 영상 데이터 베이스내 영상 데이터들의 특징 추출 단계;

상기 특징 추출된 영상 데이터로 영상 데이터 베이스를 구축하는 영상 데이터 베이스 구축 단계;

입력된 질의영상의 특징과 영상 데이터 베이스내의 영상들의 특징들 사이의 거리를 계산하는 거리 계산 단계; 및

전 단계의 상기 거리 계산 결과를 출력하는 거리 계산 결과 출력 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 영상의 검색방법이다.

상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 3 양상은

입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 수단;

영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 수단; 및

주파수 평면 분할 특징값 추출된 영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 특징 기술 장치이다.

상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 4 양상은

입력된 질의 영상 데이터를 입력받아 입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 수단; 영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 수단; 및 영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하는 수단을 포함하는 질의 영상의 영상 기술자를 추출하는 질의영상 특징추출부;

상기 질의 영상 특징 추출부와 동일한 동작에 의해 영상 데이터 베이스내의 각 영상 데이터들의 특징을 추출하는 다른 특징 추출부;

전단계에서 특징 추출된 영상 데이터로 영상 데이터 베이스를 구축하는 영상 데이터 베이스 구축부;

입력된 질의영상의 특징과 영상 데이터 베이스내의 영상들의 특징들 사이의 거리를 계산하는 영상 특징 비교부; 및

전 단계의 상기 거리 계산 결과를 출력하는 거리 계산 결과 출력부로 구성되는 것을 특징으로 하는 영상 검색장치이다.

발명의 구성 및 작용

이하에서 본 발명을 첨부 도면을 참고하여 더욱 상세히 설명한다.

본 발명은 영상의 텍스처 특징을 영상의 이동, 스케일, 회전, 및 변형에 관계없이 신속하게 검색하기 위한 영상의 텍스처 특징 추출 방법, 장치 및 이를 이용한 영상의 검색방법 및 장치를 특징으로 한다.

1. 영상의 특징 추출1. 영상의 특징 추출

먼저, 도 2를 참조하면, 본 발명의 하나의 양상에 의한 영상의 특징 추출방법은 입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 단계(S1); 영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 단계(S2); 및 영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하는 단계(S3)를 포함한다. 본 발명에서는 이동, 스케일 및 회전에 무관한 특징을 추출하기 위하여 저니크 모멘트를 사용하였고, 이동에만 무관한 특징인 주파수 특징 분할값을 사용한다. 이하에서 본 발명의 영상 특징 추출방법의 각 단계인 저니크 특징 추출 단계(S1), 주파수 평면 분할특징 추출 단계(S2), 및 영상 통계 특징 추출 단계(S3)에 대하여 상술한다.

(1) 저니크 특징 추출 단계(S1)

도 3은 본 발명의 주파수 분할을 위하여 방향과 스케일축에 따른 가버필터를 적용한 실시예의 영상 특징 추출 방법의 흐름도로, 특히 저니크 특징값 추출 단계(S1)를 상세하게 도시한 것이다. 본 발명의 저니크 특징값 추출 단계는 입력된 질의영상 데이터를 이산푸리에 변환(DFT)한(S11) 후 정규화(S12)하고나서 저니크 모멘트 절대값(S13)을 구하는 과정을 포함한다. 본 발명은 저니크 특징값 추출시 이동에 무관한 특징을 추출하기 위하여 DFT로부터 에너지를 추출하여 사용한다(S11). 즉 2차원 공간 평면에서 이동은 주파수 평면에서 페이즈의 변화로 나타나고, 이것은 절대값에 의하여 소거되는 특징을 가지고 있다. 이렇게 구해진 에너지 평면에서 스케일(scale)에 무관한 특징을 위하여 에너지의 f%에 해당하는 주파수를 찾아내고, (여기서 바람직하게 f를 80-90%로 한다) 이 값으로 정규화시킴으로 스케일 변화에 무관한 특징을 추출할 수 있다. 즉 스케일 변화는 주파수 축에서도 원점을 중심으로 한 스케일 변화이기 때문이다. 또한 이렇게 정규화된 평면에서 회전에도 무관한 특징을 위하여 회전에 관계없는 변환으로 알려진 저니크 모멘트를 사용한다. 저니크 모멘트는 극 좌표계를 사용하여 회전이 변화 평면에서 페이즈의 변화로 나타나고, 페이즈 변화는 절대값을 구할 경우 그 값이 1이 되는 특징을 이용한 것이다. 본 발명은 이러한 변환과 에너지 평면에서의 조작을 통하여 이동, 스케일, 및 회전에 관계 없는 특징값을 추출한다.

1) 이동과 반전에 무관한 특징을 위한 DFT:

이산 푸리에 변환(DFT)은 가장 잘 알려진 변환 중의 하나로 1차원의 시간 평면을 1차원 주파수 평면으로 변환하거나, 2차원 공간 평면 신호를 2차원 주파수 평면으로 분리하는 특징을 가지고 있다. 이 DFT는 각 주파수 평면을 균일하게 나누고 각 주파수 별로 효과적으로 나눌 수 있는 변환으로 알려져 있다. DFT의 여러가지 특징이 있으나 본 발명에 사용한 이동에 무관한 특징을 추출하기 위하여 다음과 같은 특성을 이용하였다. 신호 $f(n_1, n_2)$ 의 DFT 변환 결과가

$$F(k_1, k_2) = FT(f(n_1, n_2)) = \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_2=0}^{N_2-1} f(n_1, n_2) e^{-j \frac{2\pi}{N_1} k_1 n_1} e^{-j \frac{2\pi}{N_2} k_2 n_2}$$

라고 가정할 때, 평행이동된 신호 $f(n_1 - m_1, n_2 - m_2)$ 의 DFT는

$$FT(f(n_1 - m_1, n_2 - m_2)) = X(k_1, k_2) e^{-j \frac{2\pi}{N_1} k_1 m_1} e^{-j \frac{2\pi}{N_2} k_2 m_2}$$

로 표현된다. 즉 이 두 신호의 절대값은

$$|FT(f(n_1, n_2))| = |FT(f(n_1 - m_1, n_2 - m_2))| = |X(k_1, k_2)|$$

으로 서로 같게 된다. 즉 어떤 신호 f 의 평행이동에 대하여 무관한 변환이 된다.

도 6a의 신호에 대한 대응되는 DFT의 절대값을 도 6b에 도시하였다. 그리고 도 6a의 이동된 신호를 도 6c에 도시하였고, 이에 대응되는 DFT의 절대값을 도 6d에 도시하였다. 도 6a-d에서 확인되는 바와 같이 이동에 관계없이 DFT의 절대값은 같다. 또한 본 발명에서는 DFT 평면을 특징으로 사용함으로써 입력 영상의 반전에도 무관한 특징을 추출할 수 있다.

2) 스케일 변화에 무관한 특징을 위한 정규화:

어떤 신호에 대한 주파수 평면은 원 신호에 대한 정보를 모두 가지고 있다. 원 신호평면에서 텍스처 검색의 문제는 다시 말해 주파수 평면에서의 신호의 검색으로 볼 수 있다. 주파수 평면의 절대값 평면은 원신호의 이동에 무관한 특징이므로 이동은 고려할 필요가 없어진다. 도 7에 도시된 바와 같이, 같은 형태의 신호의 스케일이 변화할 경우 주파수 평면에서 확대 축소됨을 알 수 있다. 이것은 DFT의 특성에 의한 것으로 반비례하는 특징을 가지고 있다. 원 신호 $f(t)$ 에 대한 FT값이 $F(w)$ 라 할때, $f(t/s)$ 의 FT값은 $2F(2w)$ 로 표현된다. 이러한 스케일 변화 문제를 해결하기 위하여 DFT 평면의 모양을 비교한다는 관점에서 원점을 중심으로 전체 에너지의 $f\%$ 가 들어가는 원을 고려하여 정규화시킨다면, 스케일 변화에 의한 주파수 평면의 확대축소를 해결할 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 원점을 중심으로 원형으로 채적을 구해나가면서 전체 채적의 임의의($f\%$) 퍼센트가 되는 반지름을 갖는 원이 되도록 재샘플링하여 물체의 크기를 정규화한다. 구체적으로, 도 8에서 보듯이 $f\%$ 의 에너지가 포함되는 컷-오프(cut-off) 주파수를 컷-오프(f)로 표현한다. 본 발명에서 바람직하게 상기 f 는 80-90%이다. 이 컷-오프(f)에 의하여 주파수 평면을 보간이나 샘플링 기법에 의하여 정규화시킬 수 있다. 이러한 과정을 통하여 원 영상 평면에서의 스케일 변화에 무관한 특징을 추출할 수 있다. 여기서 컷-오프(f)는 하기 수식식을 만족시키는 최소 정수를 나타낸다.

$$E_{k_k}/E_0 > f\%$$

상기 식에서, E_0 는

$$E_0 = \sum_{p=1}^{N-1} \sum_{q=0}^{2\pi} |F(k_1, k_2)|^2$$

으로 정의되며, E_{k_k} 는

$$E_k = \sum_{p=1}^k \sum_{q=0}^{2\pi} |F(k_1, k_2)|^2$$

으로 정의된다. 이렇게 구한 컷-오프(f)를 가지고 스케일 변화에 무관한 특징을 위하여 도 9에서와 같이 정규화를 통하여 정규화 에너지 평면을 구한다. 여기서 컷-오프(f) 주파수를 M 으로 선형 정규화하여 보간이나 샘플링을 통하여 정규화된 에너지 평면을 얻는다.

3) 반전과 평균밝기값 변화에 무관한 특징 추출:

본 발명은 이동, 스케일, 및 회전 뿐만 아니라 반전과 평균 밝기값의 변화에도 무관한 텍스처 검색을 위한 특징을 추출한다. 먼저 반전은 입력신호 $f(n_1, n_2)$ 를 $-f(n_1, n_2)$ 로 만드는 과정으로 이것의 각각의 DFT 함수는 $F(k_1, k_2)$ 와 $-F(k_1, k_2)$ 이다. 그러므로 DFT 평면의 절대값은 같은 값을 갖게 된다. 본 발명에서는 도 9에 도시된 바와 같이, 평균밝기값의 변화에 무관한 특징을 위하여 DFT 주파수 값의(0,0)의 값을 0으로 설정한다. 입력신호 $f(n_1, n_2) = A + f'(n_1, n_2)$ 라 하자. 여기서 A 는 DC 신호이면 $f'(n_1, n_2)$ 는 AC 신호이다. 이것의 DFT 함수는 $F(k_1, k_2) = cA\delta(0,0) + F'(k_1, k_2)$ 이다. 여기서 $F'(0,0)$ 는 0이다. 평균값이 다른 신호 $B + f'(k_1, k_2)$ 의 DFT는 $cB\delta(0,0) + F'(k_1, k_2)$ 이다. 즉 $F(0,0)$ 의 값만 달라지는 것이므로 이 값을 모두 0으로 한다.

(4) 회전에 무관한 특징을 위한 저니크 모멘트:

저니크 모멘트는 회전에 무관한 특징을 갖는 변환으로 알려져 있다. 그러나 이러한 저니크 변환은 이동과 스케일 변화에 영향을 받는 특징을 가지고 있다. 본 발명에서는 전술한 DFT 변환 및 정규화 단계에서 이동과 스케일에 무관한 특징을 갖는 정규화된 DFT 에너지 평면을 구했다. 이렇게 구해진 평면에 회전에 무관한 것으로 알려진 저니크 변환을 적용하여 이동, 스케일, 회전에 무관한 특징을 추출한다. 저니크 모멘트 값을 위한 기본함수는 하기 식으로 표현된다.

$$F_{nm}(x, y) = F_{nm}(\rho, \theta) = R_{nm}(\rho) e^{jnm\theta}, \quad n \geq 0, \quad n-|m|: \text{even}, \quad \text{and} \quad |m| \leq n$$

상기 식에서,

$$R_{nm}(\rho) = \sum_{s=0}^{n-|m|} (-1)^s \frac{(n-s)!}{s! \left(\frac{n+|m|}{2} - s\right)! \left(\frac{n-|m|}{2} - s\right)!} \rho^{n-2s}$$

으로 정의된다. 여기서 $R_{n,-m}(\rho)$ 은 $R_{nm}(\rho)$ 와 같다. 이 기본함수에 의한 저니크 모멘트 값은

$$A_{nm} = \frac{n+1}{\pi} \sum_{k_1} \sum_{k_2} \widehat{F}(k_1, k_2) V_{nm}^*(\rho, \theta) \quad \text{이고,}$$

여기서

$$\rho = \sqrt{k_1^2 + k_2^2}, \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{k_1}{k_2}\right)$$

으로 정의된다. 이 저니크 모멘트 값의 절대값은 회전에 관계 없는 특징값을 갖게 된다. 어떤 신호 $\widehat{F}(k_1, k_2)$ 의 저니크 모멘트 값이 A_{nm} 이라면 회전된 신호

$$\widehat{F}(k_1 \cos(\alpha) + k_2 \sin(\alpha), k_1 \sin(\alpha) - k_2 \cos(\alpha))$$

의 저니크 모멘트 값은 $A_{nm} e^{-j\alpha m}$ 이 된다. 결과적으로 절대값을 구할 경우 회전된 신호의 저니크 모멘트의 절대값은 회전되지 않은 원래 신호의 저니크 모멘트 절대값과 같아지게 된다. 즉 $Z_{nm} = |A_{nm}|$ 가 된다.

다른 실시예로 저니크 모멘트를 변형시켜 이동, 회전 및 스케일에 불변인 특징을 추출할 수 있다.

$$\begin{aligned} A_{nm} &= \frac{n+1}{\pi} \int \int_{\rho, \theta} \log |F_N(\rho^2, \theta)|^2 V_{nm}^*(\rho, \theta) \rho d\rho d\theta \\ &= \frac{n+1}{\pi} \int \int_{\rho, \theta} \log |F_N(\rho, \theta)|^2 \frac{V_{nm}^*(\sqrt{\rho}, \theta)}{2\rho} \rho d\rho d\theta \\ &= \frac{n+1}{\pi} \sum_{k_1} \sum_{k_2} \log |F_N(k_1, k_2)|^2 \frac{V_{nm}^*(\sqrt{\rho}, \theta)}{2\rho} \end{aligned}$$

상기 변형된 회전 불변 변환은 저주파를 강조하는 효과를 내는 특성을 갖는다. 이러한 특성을 이용하여 입력된 텍스처와 이동, 스케일, 및 회전에 의하여 변형되었다 하더라도 인간의 시각적 특성과 유사하게 변형된 텍스처를 검색할 수 있다. 본 발명에서 하나의 실시예로 mn을 적은 값부터 증가시켜 36개의 저니크 특징을 텍스처 검색에 사용할 수 있다.

2) 주파수 평면 분할 특징 추출(S2)

본 발명에서 주파수 평면을 임의의 필터를 사용하여 몇 개의 영역으로 분할하고 이것의 n차 통계적 특징값들을 특징벡터

로 사용한다. 본 발명에서 주파수 평면 분할 특징 추출의 3 가지 실시예에 대하여 설명한다. 첫번째 실시예는 가버필터에 의한 주파수 영역 분리후 n차 통계 특성을 구하는 것이다. 두번째는 라돈변환을 하여 HSV 평면에서 n차 통계적 특징값을 추출하는 것이다. 또 다른 방법으로 웨이블릿 변환을 통하여 주파수 평면을 분할하고 이것으로부터 n차 통계적 특징값을 추출한다.

첫번째 실시예로 가버 특징값은 입력 텍스처를 여러 개의 가버 필터들로 필터링한 후 필터링한 영상에서 통계적 특징을 구하는 방법으로 추출된다. 도 10은 가버 필터들의 주파수 특성으로 필터는 중심 주파수와 대역폭으로 결정된다. 여기서 대역폭은 중심 주파수에 따라 결정되므로 결과적으로 중심 주파수에 따라 가버필터는 결정된다. 도 10에서는 중심 주파수를 방향 축으로 6개, 스케일 축으로 4개로 설정한 경우를 보여주고 있다. 본 발명에서 사용되는 가버 함수는 하기 식으로 표현된다.

$$g_{mn}(x,y) = a^{-m}G(x',y'), a>1, m,n:정수$$

$$x' = a^{-m}(x\cos\theta+y\sin\theta) \text{ 및 } y' = a^{-m}(-x\sin\theta+y\cos\theta)$$

상기 식에서, $\theta = n\pi / K$, 여기서 K는 방향축으로의 필터의 갯수이며,

$$a=(U_h/U_l)^{\frac{1}{S-1}},$$

$$\sigma_u=\frac{(a-1)U_h}{(a+1)\sqrt{2\ln 2}}, \sigma_v=\tan\left(\frac{\pi}{2k}\right)[U_h-2\ln 2\left(\frac{\sigma_u^2}{U_h}\right)][2\ln 2-(2\ln 2)^2\frac{\sigma_u^2}{U_h^2}]^{-\frac{1}{2}}$$

여기서 $W=Uh$, $m=0, 1, S-1$ 까지 변화될 수 있다. 결과적으로 위 가버 필터식은 도 10과 같이 K (방향축) $\times S$ (스케일 축) 개의 필터를 나타낸다. 바람직하게, 필터의 방향축으로 6개, 스케일 축으로 4개, 총 24개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버필터로 필터링하거나, 방향축으로 6개, 스케일 축으로 5개, 총 30개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버필터로 필터링할 수 있다. 여기서 U_h 와 U_l 은 0.04와 0.05가 될 수 있다. 위 필터를 이용하여 필터된 텍스처 영상

$$W_{mn}(x,y)=\int I(x,y)g_{mn}(x-x_1,y-y_1)dx_1dy_1$$

을 얻을 수 있다. 이렇게 필터링된 영상으로부터 통계적 특징값을

$$\overline{F_{mn}}=L_k(W_{mn})$$

W_{mn} 에 대한 k차 통계적 특징값으로 나타낼 수 있다. 본 발명에서는 하나의 실시 예로서 L2 norm을 제시한다.

$$\overline{F_{mn}}=L2(W_{mn})=\sum_{x,y}\|W_{mn}(x,y)\|^2/Area$$

여기서 Area는 영상의 크기를 나타낸다. 그리고 위 특징값에 log 함수를 사용하여 비선형 변환을 수행한다.

$$F_{mn}^G=\log(1+\overline{F_{mn}})$$

이러한 특징을 추출하기 위하여 영상 평면에서 필터링을 수행하여 나온 영상을 제공하여 에너지를 구하는 방식으로 추출할 수도 있다. 이상과 같이 가버필터는 주파수 축에서 계산할 수도 있고, 이외에 영상과 필터를 주파수 평면으로 변환하여 컨벌루션(convolution) 방법에 의하여 곱셈을 하고 이로부터 에너지와 같은 특징을 구할 수 있다.

두 번째 실시예에서는 입력영상을 라돈 변환하여 각도축과 주파수 축으로의 통계특성을 추출하여 특징벡터로 사용한다. 본 발명에서 라돈 변환은 주파수 평면 분할을 주파수 축에서 계산하는 것으로, 라돈 변환에 의해 도 11과 같은 주파수 평면을 얻을 수 있으며 도 11에서 보는 것과 같이 주파수 밴드를 나누고 그것의 에너지와 같은 통계적 특징값을 구할 수 있다. 도 11에 도시된 실시예는 각도축으로 6개, 스케일 축으로 5개의 라돈 채널을 사용한 예이다. 다른 바람직한 실시예에서는 각도축으로 6개, 스케일 축으로 4개의 라돈 채널을 사용할 수 있다. 그리고 이렇게 구해진 라돈변환 후 가버필터를 적용하여 첫번째 실시예와 같은 효과를 낼 수도 있다.

세번째 실시예에서는 가버필터 대신에 웨이블릿 필터를 사용하여 영상을 필터링하고 필터링된 영상에서 n차 통계적 특성을 구하는 방법으로 특징벡터를 추출한다.

(3) 영상의 통계적 특징값 추출(S3)

본 발명에서 주파수 평면 분할 특징값 추출 후 영상의 n차 통계적 특징값을 구하는 단계는 1차 모멘트인 평균, L1 Norm, 및 에너지의 분산을 구하거나 2차 모멘트인 에너지를 구하는 단계일 수 있다.

한편, 원영상의 통계값을 텍스처 특징값으로 사용할 수 있다. 즉 영상에 필터링을 하지 않은 원영상에서 위에서 언급한 방법으로 통계적 특징값을 구하는 것이다.

$$F_k^0 = L_k(I(x,y))$$

본 발명에서는 하나의 실시예로 k=1, 2로 한다.

$$F_1^0 = \sum_{x,y} I(x,y) / Area$$

$$F_2^0 = \sum_{x,y} \|I(x,y) - F_1^0\|^2 / Area$$

위의 특징값을 텍스처 검색에 사용한다.

4) 영상의 특징값 추출 및 영상 기술자 정의

영상의 특징을 추출하기 위해서 영상 데이터의 텍스처 부분의 특징을 나타내는 영상 기술자(텍스처 기술자)를 상기 3가지 종류의 특징값의 합으로 표현할 수 있다. 예를 들어, 주파수평면 분할 특징값으로 가버필터를 사용한 실시예의 텍스처 기술자를 다음과 같이 기술할 수 있다.

$$\{FL_z, num_of_Zernike_feature, num_of_Gabor_feature, FL_G, Z_{m,n}, F_{m,n}^{(1)}, F_k^{(2)}\}$$

여기서 FLz는 저니크 특징값을 사용할지 아닐지를 나타내는 프레그를 나타내며, FL_G는 가버 특징의 사용 여부를 나타내는 프레그이다. F_k⁽⁰⁾는 필터링하지 않은 원영상의 통계적 특징값을 나타낸다. 본 발명에서는, 하나의 실시예로서 m_z, n_z 값을 적은 수 (1,1)부터 증가시켜 20개까지를 특징으로 사용할 수 있고, m_G, n_G를 각각 6과 4를 사용하여 24개까지를 특징으로 사용할 수 있다. 또한 k를 1,2를 사용하여 두 개의 특징을 사용하여 전체적으로 46개의 특징을 사용한다. 또한 num_of_저니크_feature와 num_of_가버_feature는 사용되는 저니크와 가버특징의 수를 나타낸다. 이와 같이 영상의 특징 기술자로 주파수 평면 분할 특징의 갯수 및/또는 저니크 특징값의 갯수를 사용할 수 있다.

본 발명의 다른 양상은 도 4에 도시된 바와 같은 입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 저니크 특징값 추출부(10): 영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 주파수 평면 분할 특징값 추출부(20); 및 주파수 평면 분할 특징값 추출된 영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하는 통계적 특징값 추출부(30)를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 특징 기술 장치이다.

도 13을 참조하면, 본 발명의 영상 특징 추출 장치에서 상기 저니크 특징값 추출부(10)는 입력된 질의 영상 데이터를 이산푸리에 변환(DFT)하는 DFT부(1310); 원점을 중심으로 원형으로 채적을 구해나가면서 전체 채적의 임의의(f) 퍼센트가 되는 반지름을 갖는 원이 되도록 재샘플링하여 물체의 크기를 정규화하는 정규화부(1320); 및 저니크 모멘트 절대값 산출부(1330)를 포함하여 구성된다. 본 발명의 장치는 1~36개의 저니크 특징을 사용할 수 있다. 도 4의 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출부(20)는 바람직하게 K(방향축)×S(스케일 축)개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버(Gabor) 필터로 필터링하는 수단이고, 예를 들어 필터의 방향축으로 6개, 스케일 축으로 4개, 총 24개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버필터 또는 필터의 방향축으로 6개, 스케일 축으로 5개, 총 30개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버필터로 필터링하는 수단이다. 본 발명의 장치는 가버필터를 주파수 축에서 계산하는 수단이거나 영상 평면에서 컨벌루션 장치에 의하여 계산하는 수단이다.

본 발명의 다른 실시예에서 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출부(20)는 웨이블릿 (Wavelet) 필터를 사용하여 영상을 필터링하는 수단이거나 K(방향축)*S(스케일 축)개의 채널을 사용하는 라돈(Radon) 변환하는 수단이다. 이러한 라돈 변환 수단은 주파수 평면을 방향축으로 6개, 스케일 축으로 4개, 총 24개의 라돈 채널을 사용하거나 주파수 평면을 방향축으로 6개, 스케일 축으로 5개, 총 30개의 라돈 채널을 사용하는 수단이며, 주파수 평면 분할을 주파수 축에서 계산할 수 있다.

본 발명에서 주파수 평면 분할 특징값 추출후, 가버 필터링 후 n차 통계적 특징값을 구하는 수단은 1차 모멘트인 평균, L1 Norm, 및 에너지의 분산을 구하거나 2차 모멘트인 에너지를 구한다.

본 발명의 또 다른 실시예에서 본 발명의 영상 특징 추출장치는 주파수 평면 분할 특징값 추출을 위한 라돈 변환 수단과 가버 필터링하는 수단을 모두 포함할 수 있다.

영상 검색영상 검색

이제 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명의 영상의 특징 추출방법을 이용한 영상 검색 방법에 대하여 설명한다. 도 5를 참조하면, 상술한 본 발명의 영상의 특징 추출방법을 이용하여 영상 검색을 행할 경우에는 3차원 질의영상의 데이터를 입력받아 주파수 평면 분할 특징값과 저니크 변환을 이용한 특징값을 영상기술자(descriptor)로 이용하여 3차원 질의 영상의 특징을 추출한다(S510). 즉, 저니크 특징값 추출, 주파수 평면 분할 특징값 추출, 및 통계적 특징값 추출에 의해 입력된 질의영상의 영상 기술자를 추출한다. 한편, 이러한 특징 추출단계(S510)와 동일한 과정에 의해 영상 데이터 베이스내의 각 영상 데이터들의 특징을 추출하고(S520), 이렇게 특징 추출된 영상 데이터로 영상 데이터 베이스를 구축한다(S530). 이어서 입력된 질의영상의 특징과 영상 데이터 베이스내의 영상들의 특징 사이의 거리(distance 또는 dissimilarity)를 계산하여(S540), 거리 계산 결과를 출력한다(S550).

본 발명의 영상 검색 방법을 더욱 상세하게 설명하면, 상기 기술자를 사용하기 위하여 각 특징값의 통계적 특성을 바탕으로 양자화하여 저장할 수 있다. 양자화는 선형 양자화나 비선형 양자화를 사용할 수 있다. 본 발명에서 선형 양자화를 예들 들어 설명하면, 각 특징값의 통계치에서 최대값과 최소값을 얻고 이 값으로 정규화한 후 몇 비트로 양자화하는냐에 따라 그 비트로 표현할 수 있는 최대값까지 나타나도록 정수화시킨다. 8 비트로 양자화할 경우의 식은 다음과 같다.

$$Q = \text{Int}((x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) * (2^8 - 1) + 0.5)$$

이 양자화된 값을 역영화하여 특징값으로 사용한다.

$$x^* = Q^{-1}(Q) = Q * (x_{\max} - x_{\min}) / (2^8 - 1)$$

이렇게 역양자화 된 특징값이나 양자화되기 전의 특징값을 이용하여 텍스처들 사이의 유사도 혹은 거리(distance 또는 dissimilarity)를 구할 수 있다(S540). 하나의 실시예로 주파수 평면 분할 특징으로 가버필터를 사용한 예를 설명하면, 질의영상과 데이터베이스내 영상 사이의 거리는 하기 수학적식으로 산출된다. 라돈이나 웨이블릿 등의 특징의 경우도 같은 방법으로 구할 수 있다.

$$Dis = FZ \sum_{m_p, n_q} \frac{\|Z_{m_p, n_q}^I - Z_{m_p, n_q}^M\|}{Norm_{m_p, n_q}} + FG \sum_{m_p, n_q} \frac{\|F_{m_p, n_q}^I - F_{m_p, n_q}^M\|}{Norm_{m_p, n_q}} + FD \frac{\|F_1^I - F_1^M\|}{Norm_1} + FS \frac{\|F_2^I - F_2^M\|}{Norm_2}$$

여기서 Norm은 각 특징값의 정규화 계수로 본 발명은 하나의 실시예로 각 특징값의 표준편차를 사용하였다. 여기서 가중치(FZ, FG, FD, FS값)를 변화시킴에 따라 여러가지 모드로 텍스처를 검색할 수 있다. FZ는 불변특징을 사용할 수 있도록 하는 것이며, FG는 같은 방향과 같은 스케일의 텍스처를 찾을 때 사용할 수 있다. 또한 FD를 0으로 하면 텍스처의 전체적 밝기값에 관계없이 텍스처를 검색할 수 있으며, 반대로 이 값을 크게 하면 밝기값이 같은 텍스처를 검색할 수 있다. 마지막으로 FS값은 밝기값 축에서의 스케일에 불변 혹은 같은 스케일값의 텍스처를 검색할 수 있도록 한다.

또한 가버 특징값의 경우 원하는 각도로 회전된 텍스처를 검색하기 위해서는 각도축 특징값 인덱스를 변화시켜 비교함으로써 원하는 방향의 텍스처를 검색할 수 있다. 반대로 원하는 스케일로 변형된 텍스처를 검색하기 위해서는 특징값을 스케일 축으로 이동시켜 특징값을 비교함으로써 텍스처를 검색할 수 있다. 또한 가버특징의 경우 회전 및 스케일에 불변인 특징값은 아니지만, 모든 가능한 회전과 스케일을 변화시켜가며 특징값을 비교하여 최소의 거리를 두 텍스처의 거리로 계산한다(S540). 이렇게 어떤 방법으로 계산을 하던간에 데이터 베이스에서 적은 거리값을 갖는 순서대로 텍스처를 검색하여 질의자에게 출력하여 보여준다(S550). 이렇게 여러 가지 특징을 선형 결합 혹은 가능한 조합으로 거리를 비교함으로써 여러 가지 사용자의 의도에 따라 텍스처를 검색할 수 있다.

도 12를 참조하면 본 발명의 변형된 저니크 모멘트를 이용한 영상의 검색장치는 질의영상의 특징 추출부(1210), 데이터베이스 구축을 위한 영상 데이터의 특징 추출부(1210'), 영상 데이터 베이스 구축부(1220), 거리 계산부(1230), 거리 계산 결과 출력부(1240) 및 영상 데이터 베이스(1250)를 포함하여 구성된다. 이러한 장치에서 질의 영상의 특징 추출부(1210)는 질의 영상 데이터를 입력받아 입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 수단(10); 영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 수단(20); 및 영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하는 수단(30)을 포함하여 구성된다. 다른 특징 추출부 1210'는 질의영상 특징 추출부(1210)와 동일하게 구성되어 동일한 수순에 따라 영상 데이터 베이스내의 각 영상 데이터들의 특징을 추출한다. 영상 데이터 베이스 구축부(1220)는 검색시 바로 사용될 수 있도록 상기 특징 추출부 1210'에 의해 특징 추출된 영상 데이터들을 저장하여 영상 데이터 베이스(1250)를 구축한다. 거리 계산부(1230)는 입력된 질의영상의 특징과 영상 데이터 베이스내의 영상들의 특징 사이의 거리를 계산하고, 거리 계산 결과 출력부(1240)는 이러한 거리 계산부(1230)의 상기 거리 계산 결과를 출력한다.

또한 영상의 특징 기술자로 주파수 평면 분할 특징의 갯수 및/또는 저니크 특징값의 갯수를 사용할 수 있다. 이 밖에도 주파수 평면 분할특징의 사용여부를 나타내는 프래그 및/또는 저니크 특징의 사용 여부를 나타내는 프래그를 영상기술자로 사용할 수 있다.

본 발명에 의한 영상 특징 추출장치의 구체화예에 있어서, 상기 장치는 영상기술자로 하기 식으로 표현되는 기술자를 사용한다.

$$\{FL_Z, num_of_zernike_feature, num_of_Gabor_feature, FL_G, Z_{m,p}, F_{m,p}^G, F_k^G\}$$

상기 식에서, FL_G는 가버 특징의 사용 여부를 나타내는 프래그,

num_of_zernike_feature는 사용되는 저니크 특징의 수,

num_of_Gabor_feature는 사용되는 가버 특징의 수이다.

다른 구체화예의 상기 장치는 영상기술자로 하기 식으로 표현되는 기술자를 사용한다.

$$\{FL_Z, num_of_zernike_feature, num_of_Radon_feature, FL_R, Z_{m,p}, F_{m,p}^R, F_k^R\}$$

상기 식에서, FL_R는 라돈 특징의 사용 여부를 나타내는 프래그,

F_k^R는 필터링하지 않은 원영상의 통계적 특징값,

num_of_zernike_feature는 사용되는 저니크 특징의 수,

num_of_Radon_feature는 사용되는 라돈 특징의 수이다.

본 발명에서 상기 거리 계산부(1230)는 예를 들어, 하기 식에 의해 거리를 계산할 수 있다.

$$Dis = FZ \sum_{m,p,n_i} \frac{\|Z_{m,p,n_i}^I - Z_{m,p,n_i}^{Ref}\|}{Norm_{m,p,n_i}} + FG \sum_{m,p,n_i} \frac{\|F_{m,p,n_i}^{GI} - F_{m,p,n_i}^{Ref}\|}{Norm_{m,p,n_i}} + FD \frac{\|F_1^{GI} - F_1^{Ref}\|}{Norm_1} + \langle P \rangle \langle P \rangle FS \frac{\|F_2^{GI} - F_2^{Ref}\|}{Norm_2}$$

상기 식에서, FZ, FG, FD, 및 FS는 사용자가 필요에 따라 지정할 수 있는 영상 검색 모드를 지정하는 가중치이다. 이러한 가중치를 임의로 설정함으로써 사용자의 필요에 따라 다양하게 영상을 검색할 수 있다. 예를 들어, 가버 특징에 가중치(FG)를 0으로 설정하면 회전 및 스케일에 관계없는 영상 검색을 수행할 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 영상 특징 추출 방법 및 장치는 가버 필터와 저니크 변환의 특성을 적절히 활용함으로써 이동, 스케일, 및 회전에 무관한 특징을 추출하여 이동, 스케일, 및 회전에 관계 없는 텍스처 검색 및 임의의 회전각이나 스케일을 갖는 텍스처 검색이 가능한 효과를 제공한다.

본 발명에 의하면 기존의 텍스처 영상 검색 기법에 비하여 비교적 적은 계산량으로 영상의 특징을 추출함으로써 보다 빠르게 영상을 검색할 수 있다. 또한, 주파수 평면 분할 특징값을 함께 이용함으로써 같은 방향과 같은 스케일의 영상을 더욱 정확히 표현할 수 있어, 사용자가 원하는 각도나 스케일의 텍스처를 검색할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 단계;

영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 단계; 및

영상으로부터 n 차 통계적 특징값을 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 영상의 특징추출 방법.

청구항 2.

질의영상의 데이터를 입력받아 입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하고; 영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출한 후; 영상으로부터 n 차 통계적 특징값을 추출하여 구한 특징값을 영상기술자(descriptor)로 이용하여 영상 특징을 추출하는 질의영상의 특징추출 단계;

상기 질의영상 특징 추출단계와 동일한 과정에 의해 영상 데이터 베이스내의 각 영상 데이터들의 특징을 추출하는 영상 데이터 베이스내 영상 데이터들의 특징 추출 단계;

상기 특징 추출된 영상 데이터로 영상 데이터 베이스를 구축하는 영상 데이터 베이스 구축 단계;

입력된 질의영상의 특징과 영상 데이터 베이스내의 영상들의 특징들 사이의 거리를 계산하는 거리 계산 단계; 및

전 단계의 상기 거리 계산 결과를 출력하는 거리 계산 결과 출력 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상의 검색방법.

청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 저니크 특징값 추출 단계가 입력된 질의영상 데이터를 이산푸리에 변환(DFT)한 후 정규화하고나서 저니크 모멘트 절대값을 구하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 방법이 DFT 주파수 값의 $F(0,0)$ 의 값을 0으로 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제 3항에 있어서, 상기 정규화 과정이 원점을 중심으로 원형으로 체적을 구해나가면서 전체 체적의 임의의(f) 퍼센트가 되는 반지름을 갖는 원이 되도록 재샘플링하여 물체의 크기를 정규화하는 과정인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 상기 $f\%$ 가 80 내지 90%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 방법이 1~36개의 저니크 특징을 사용하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 단계가 K (방향축) $\times S$ (스케일 축)개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버(Gabor) 필터로 필터링하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 8항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 단계가 필터의 방향축으로 6개, 스케일 축으로 4개, 총 24개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버필터로 필터링하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제 8항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 단계가 필터의 방향축으로 6개, 스케일 축으로 5개, 총 30개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버필터로 필터링하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제 8항에 있어서, 상기 방법이 가버필터를 주파수 축에서 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

제 8항에 있어서, 상기 방법이 가버필터를 영상 평면에서 컨벌루션 방법에 의하여 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제 8항에 있어서, 가버 필터링 후 n 차 통계적 특징값을 구하는 단계가 2차 모멘트인 에너지를 구하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

제 8항에 있어서, 가버 필터링 후 n 차 통계적 특징값을 구하는 단계가 1차 모멘트인 평균, L1 Norm, 및 에너지의 분산을 구하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 단계가 웨이블릿 (Wavelet) 필터를 사용하여 영상을 필터링하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 단계가 K (방향축) \times S (스케일 축)개의 채널을 사용하는 라돈(Radon) 변환하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

제 16항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 단계가 주파수 평면을 방향축으로 6개, 스케일 축으로 4개, 총 24개의 라돈 채널을 사용하는 라돈 변환하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

제 16항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 단계가 주파수 평면을 방향축으로 6개, 스케일 축으로 5개, 총 30개의 라돈 채널을 사용하는 라돈 변환하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.

제 16항에 있어서, 상기 라돈 변환 단계가 주파수 평면 분할을 주파수 축에서 계산하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20.

제 16항에 있어서, 라돈 변환후 n차 통계적 특징값을 구하는 단계가 에너지인 2차 모멘트를 구하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 21.

제 16항에 있어서, 라돈 변환 후 n차 통계적 특징값을 구하는 단계가 1차 모멘트인 평균, L1 Norm, 또는 에너지의 분산을 구하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 22.

제 16항에 있어서, 상기 방법이 주파수 평면 분할 특징값 추출을 위한 라돈 변환후 가버 필터링하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 23.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 방법이 영상의 특징 기술자로 주파수 평면 분할 특징의 갯수를 사용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 방법이 영상의 특징 기술자로 저니크 특징값의 갯수를 사용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 방법이 주파수 평면 분할특징의 사용여부를 나타내는 프레그를 영상기술자로 사용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 26.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 방법이 저니크 특징의 사용 여부를 나타내는 프레그를 영상기술자로 사용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 27.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 방법이 영상기술자로 하기 식으로 표현되는 기술자를 사용하는 단계를 포함하는 방법.

$$\{ FL_z, num_of_zernike_feature, num_of_Gabor_feature, FL_G, Z_{m,p}, F_{m,p}^G, F_k^O \}$$

상기 식에서, FL_G 는 가버 특징의 사용 여부를 나타내는 프레그,

F_k^O 는 필터링하지 않은 원영상의 통계적 특징값,

num_of_zernike_feature는 사용되는 저니크 특징의 수,

num_of_Gabor_feature는 사용되는 가버 특징의 수이다.

청구항 28.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 방법이 영상기술자로 하기 식으로 표현되는 기술자를 사용하는 단계를 포함하는 방법.

$$\{FL_z, num_of_zernike_feature, num_of_Radon_feature, FL_R, Z_{m,n}, F_{m,n}^R, F_k^R\}$$

상기 식에서, FL_R 는 라돈 특징의 사용 여부를 나타내는 프래그.

F_k^R 는 필터링하지 않은 원영상의 통계적 특징값.

num_of_zernike_feature는 사용되는 저니크 특징의 수.

num_of_Radon_feature는 사용되는 라돈 특징의 수이다.

청구항 29.

제 2항에 있어서, 상기 거리 계산 단계가 하기 식에 의해 거리를 계산하는 단계인 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

$$Dis = FZ \sum_{m,n} \frac{\|Z_{m,n}^I - Z_{m,n}^M\|}{Norm_{m,n}} + FG \sum_{m,n} \frac{\|F_{m,n}^{GI} - F_{m,n}^{GM}\|}{Norm_{m,n}} + FD \frac{\|V_1^{GI} - V_1^{GM}\|}{Norm_1} + FS \frac{\|V_2^{GI} - V_2^{GM}\|}{Norm_2}$$

상기 식에서, FZ, FG, FD, 및 FS는 사용자가 필요에 따라 지정할 수 있는 영상 검색 모드를 지정하는 가중치이다.

청구항 30.

제 29항에 있어서, 상기 방법이 회전 및 스케일에 관계없는 영상 검색을 위하여 가버 특징에 가중치(FG)를 0으로 하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색 방법.

청구항 31.

입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 수단;

영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 수단; 및

주파수 평면 분할 특징값 추출된 영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 특징 기술 장치.

청구항 32.

입력된 질의 영상 데이터를 입력받아 입력영상으로부터 저니크 특징값을 추출하는 수단; 영상으로부터 주파수 평면 분할 특징값을 추출하는 수단; 및 영상으로부터 n차 통계적 특징값을 추출하는 수단을 포함하는 질의 영상의 영상 기술자를 추출하는 질의영상 특징추출부;

상기 질의 영상 특징 추출부와 동일한 동작에 의해 영상 데이터 베이스내의 각 영상 데이터들의 특징을 추출하는 다른 특징 추출부;

전단계에서 특징 추출된 영상 데이터로 영상 데이터 베이스를 구축하는 영상 데이터 베이스 구축부;

입력된 질의영상의 특징과 영상 데이터 베이스내의 영상들의 특징들 사이의 거리를 계산하는 거리 계산부; 및
전 단계의 상기 거리 계산 결과를 출력하는 거리 계산 결과 출력부를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 검색장치.

청구항 33.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 저니크 특징값 추출 수단이

입력된 질의 영상 데이터를 이산푸리에 변환(DFT)하는 DFT부;

정규화부; 및

저니크 모멘트 절대값 추출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 34.

제 33항에 있어서, 상기 방법이 DFT 주파수 값의 $F(0,0)$ 의 값을 0으로 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 35.

제 33항에 있어서, 상기 정규화부가 원점을 중심으로 원형으로 체적을 구해나가면서 전체 체적의 임의의(f) 퍼센트가 되는 반지름을 갖는 원이 되도록 재샘플링하여 물체의 크기를 정규화하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 36.

제 35항에 있어서, 상기 f%가 80 내지 90%인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 37.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 장치가 1~36개의 저니크 특징을 사용하는 것임을 특징으로 하는 장치.

청구항 38.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 수단이 K(방향축)×S(스케일 축)개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버(Gabor) 필터로 필터링하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 39.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 수단이 필터의 방향축으로 6개, 스케일 축으로 4개, 총 24개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버필터로 필터링하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 40.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 수단이 필터의 방향축으로 6개, 스케일 축으로 5개, 총 30개의 가버 중심 주파수를 갖는 가버필터로 필터링하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 41.

제 38항에 있어서, 상기 장치가 가버필터를 주파수 축에서 계산하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 42.

제 38항에 있어서, 상기 장치가 가버필터를 영상 평면에서 컨벌루션 장치에 의하여 계산하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 43.

제 38항에 있어서, 가버 필터링 후 n 차 통계적 특징값을 구하는 수단이 2차 모멘트인 에너지를 구하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 44.

제 38항에 있어서, 가버 필터링 후 n 차 통계적 특징값을 구하는 수단이 1차 모멘트인 평균, L1 Norm, 및 에너지의 분산을 구하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 45.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 수단이 웨이블릿 (Wavelet) 필터를 사용하여 영상을 필터링하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 46.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 수단이 K (방향축) $\times S$ (스케일 축)개의 채널을 사용하는 라돈(Radon) 변환하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 47.

제 46항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 수단이 주파수 평면을 방향축으로 6개, 스케일 축으로 4개, 총 24개의 라돈 채널을 사용하여 라돈 변환하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 48.

제 46항에 있어서, 상기 주파수 평면 분할 특징값 추출 수단이 주파수 평면을 방향축으로 6개, 스케일 축으로 5개, 총 30개의 라돈 채널을 사용하여 라돈 변환하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 49.

제 46항에 있어서, 상기 라돈 변환 수단이 주파수 평면 분할을 주파수 축에서 계산하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 50.

제 46항에 있어서, 라돈 변환후 n 차 통계적 특징값을 구하는 수단이 에너지인 2차 모멘트를 구하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 51.

제 46항에 있어서, 라돈 변환 후 n차 통계적 특징값을 구하는 수단이 1차 모멘트인 평균, L1 Norm, 또는 에너지의 분산을 구하는 수단인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 52.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 장치가 주파수 평면 분할 특징값 추출을 위한 라돈 변환 수단 및 가버 필터링하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 53.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 장치가 영상의 특징 기술자로 주파수 평면 분할 특징의 갯수를 사용하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 54.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 장치가 영상의 특징 기술자로 저니크 특징값의 갯수를 사용하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 55.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 장치가 주파수 평면 분할특징의 사용여부를 나타내는 프레그를 영상기술자로 사용하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 56.

제 31항, 또는 제 32항에 있어서, 상기 장치가 저니크 특징의 사용 여부를 나타내는 프레그를 영상기술자로 사용하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 57.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 장치가 영상기술자로 하기 식으로 표현되는 기술자를 사용하는 수단을 포함하는 장치.

$$\{FL_z, num_of_zernike_feature, num_of_Gabor_feature, FL_G, Z_{m,p}, F_{m,p}^G, F_k^G\}$$

상기 식에서, FL_G 는 가버 특징의 사용 여부를 나타내는 프레그,

F_k^G 는 필터링하지 않은 원영상의 통계적 특징값,

num_of_zernike_feature는 사용되는 저니크 특징의 수,

num_of_Gabor_feature는 사용되는 가버 특징의 수이다.

청구항 58.

제 31항 또는 제 32항에 있어서, 상기 장치가 영상기술자로 하기 식으로 표현되는 기술자를 사용하는 수단을 포함하는 장치.

$$\{FL_z, num_of_zernike_feature, num_of_Radon_feature, FL_R, Z_{m,p}, F_{m,p}^R, F_k^R\}$$

상기 식에서, FL_R 는 라돈 특징의 사용 여부를 나타내는 프래그,

F''_k 는 필터링하지 않은 원영상의 통계적 특징값,

num_of_zernike_feature는 사용되는 저니크 특징의 수,

num_of_Radon_feature는 사용되는 라돈 특징의 수이다.

청구항 59.

제 32항에 있어서, 상기 거리 계산 수단이 하기 식에 의해 거리를 계산하는 수단인 것을 특징으로 하는 영상 검색 장치.

$$DIS = FZ \sum_{m,n} \frac{\|Z^I_{m,n} - Z^M_{m,n}\|}{Norm_{m,n}} + FG \sum_{m,n} \frac{\|F^{SM}_{m,n} - F^{SM}_{m,n}\|}{Norm_{m,n}} + FD \frac{\|F^{SD}_1 - F^{SD}_1\|}{Norm_1} + FS \frac{\|F^{SD}_2 - F^{SD}_2\|}{Norm_2}$$

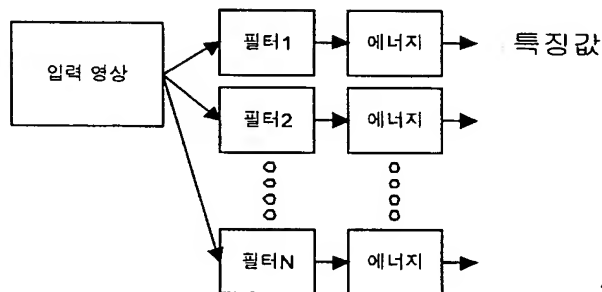
상기 식에서, FZ, FG, FD, 및 FS는 사용자가 필요에 따라 지정할 수 있는 영상 검색 모드를 지정하는 가중치이다.

청구항 60.

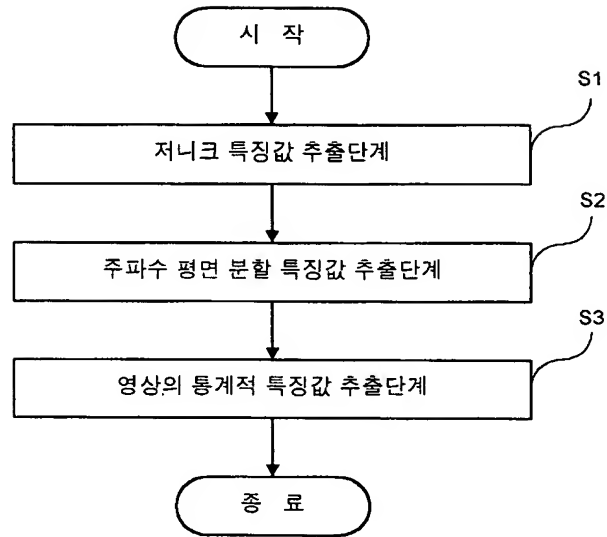
제 59항에 있어서, 상기 장치가 회전 및 스케일에 관계없는 영상 검색을 위하여 가버 특징에 가중치(FG)를 0으로 하는 수단을 추가로 포함하는 영상 검색 장치.

도면

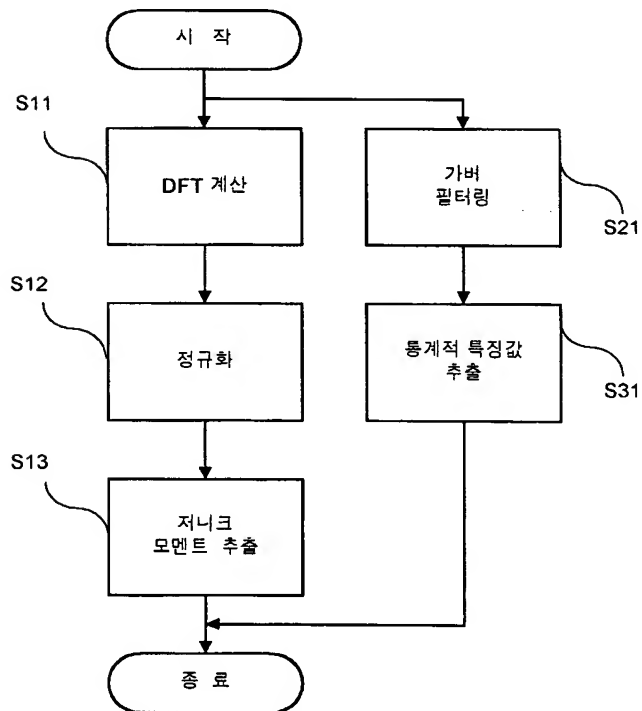
도면 1



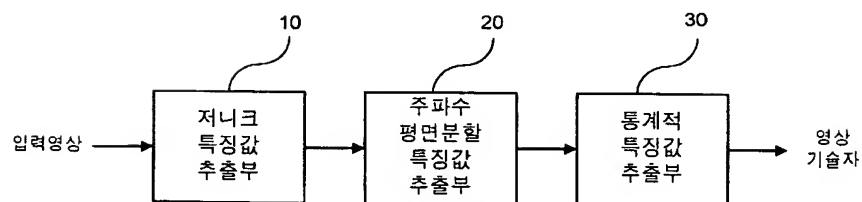
도면 2



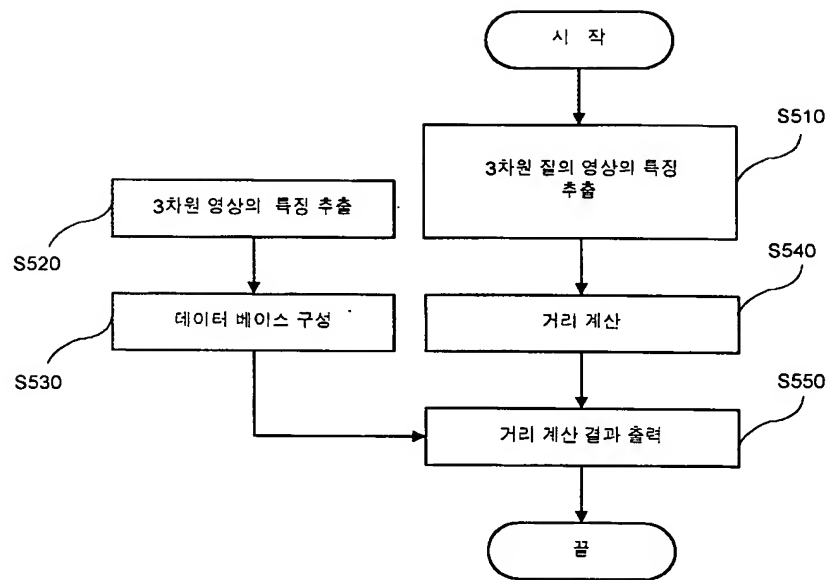
도면 3



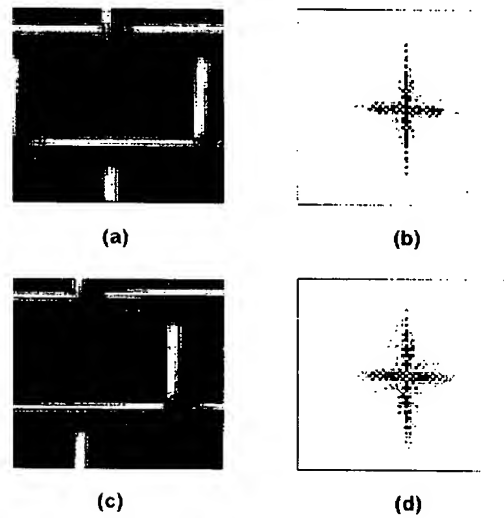
도면 4



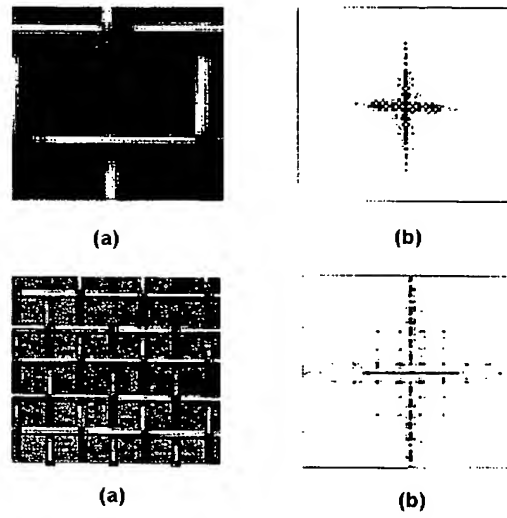
도면 5



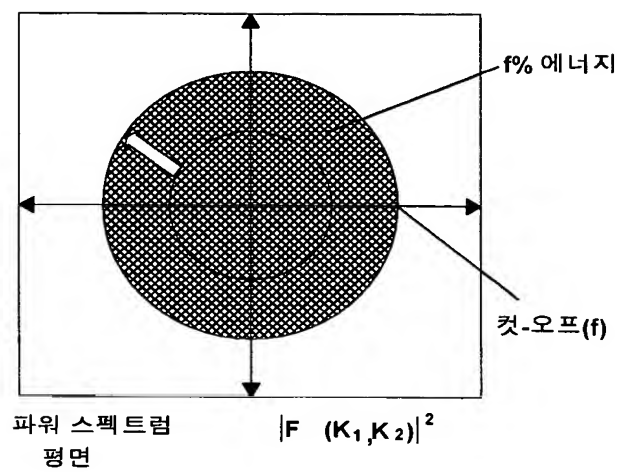
도면 6



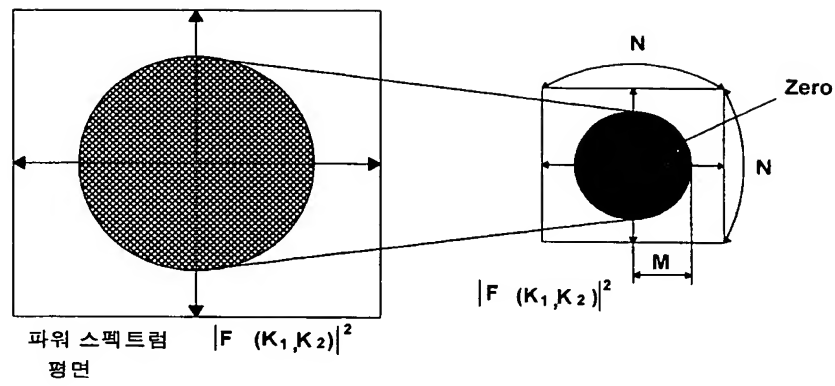
도면 7



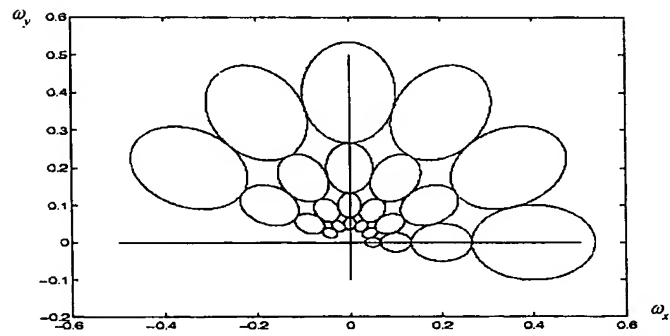
도면 8



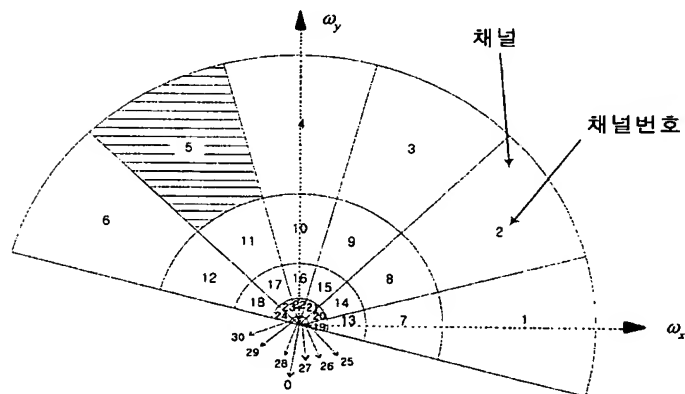
도면 9



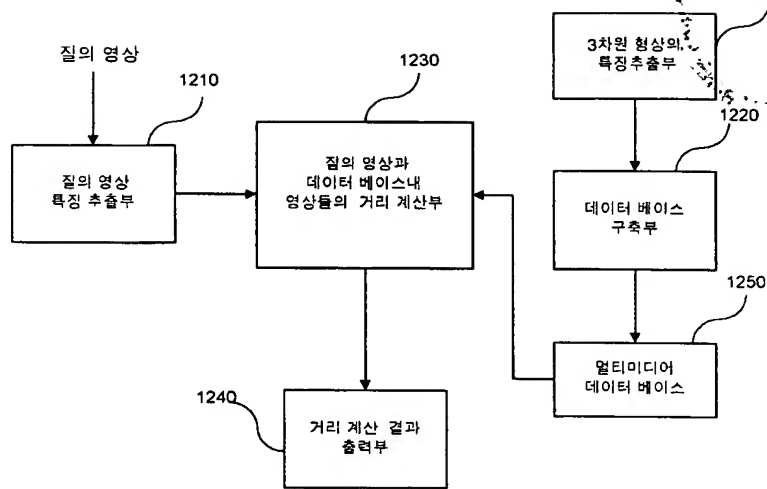
도면 10



도면 11



도면 12



도면 13

